

УДК 637.146 : 664.8.03 : 613.22

doi:10.20998/2413-4295.2017.32.20

ТЕРМОСТАТНИЙ СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА – ГАРАНТІЯ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ПАСТ БІЛКОВИХ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ

Ю. С. УКРАЇНЦЕВА^{1*}, Н. А. ТКАЧЕНКО², А. С. АВЕРШИНА³, О. Т. ПАВЛЕНКО⁴

¹кафедра технології молока і молочних продуктів, Луганський національний аграрний університет, м. Луганськ, УКРАЇНА

²кафедра технології молока, жирів і парфумерно-косметичних продуктів, Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, УКРАЇНА

³кафедра товарознавства та торгового підприємства, Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Луганськ, УКРАЇНА

⁴кафедра техносферної безпеки, Луганський національний аграрний університет, м. Луганськ, УКРАЇНА

*email: yuliy@i.ua

АНОТАЦІЯ У статті викладені результати досліджень зміни показників якості паст білкових дитячого харчування з високими гіпоалергенними, пробіотичними, в т.ч. антагоністичними, властивостями при зберіганні в герметичній тарі при температурі $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом 28 діб. Показано, що при зазначених умовах протягом 24 діб досліджені зразки мають високі органолептичні, нормовані фізико-хімічні, мікробіологічні та біохімічні показники якості. Встановлено, що граничний термін зберігання паст білкових дитячого харчування при температурі $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ не повинен перевищувати 12 діб з урахуванням коефіцієнта запасу для кисломолочних продуктів дитячого харчування (за умови зберігання в герметичній тарі).

Ключові слова: дитяче харчування; паста білкова; зберігання; температура; органолептичні показники; кислотність; мікробіологічні показники; біохімічні показники; пробіотичні властивості.

THERMOSTATIC PRODUCTION TECHNOLOGY IS THE GUARANTEE OF LONG-STORAGE PERIOD OF PROTEIN PASTES FOR INFANT FOOD

Yu. UKRAINCIEVA¹, N. TKACHENKO², A. AVERSHINA³, A. PAVLENKO⁴

¹Department of milk technology and dairy products, Luhansk national agrarian university, Luhansk, UKRAINE

²Department of technology of milk, oil-fat products and cosmetics, Odessa national academy of food technologies, Odessa, UKRAINE

³Department of Commodity Science and Trade Business, Taras Shevchenko National University of Luhansk, Luhansk, UKRAINE

⁴Department of technosphere safety, Luhansk national agrarian university, Luhansk, UKRAINE

ABSTRAKT Work objective - changes in the quality indicators of protein pastes for infants food with high hypoallergenic, probiotic, including antagonistic properties and stored in sealed-off containers at temperature $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ during 28 days have been studied: organoleptic properties of taste and odour, consistency and appearance; physical and chemical properties – titrated acidity, $^\circ\text{T}$; active acidity, pH units; moisture retention property, %; microbiological properties – number of living cells of mixed cultures *L. lactis* ssp. *lactis*, *L. lactis* ssp. *cremoris*, *L. lactis* ssp. *diacetylactis* i *L. mesenteroides*, CFU/cm³; the most probable number of living cells of monocultures *L. acidophilus* La-5, CFU/cm³ and *B. animalis* Bb-12, CFU/cm³; presence of coli form bacteria in 0,3 cm³; biochemical properties – antioxidant activity, activity units; and maximum possible content of malondialdehyde at complete oxidation of the product ingredients, mg/100 g. The article presents the results of studies on changes in the quality indices of protein pastes for infants food with high hypoallergenic, probiotic, including antagonistic properties when stored in a sealed container at a temperature of $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ for 28 days. It is proved that under indicated conditions in the course of 24 days the studied samples of target products possess high organoleptic and standardized physical, chemical, biochemical and microbiological quality indicators, and are, also, characterized by high content of probiotics: $6,7 \cdot 10^8 \dots 4,0 \cdot 10^{10}$ and $(0,9 \dots 8,0) \cdot 10^8$ CFU/cm³ of living cells of bifidus bacteria and lactobacilli, accordingly. It has been established that the limit storage period baby's food protein pastes produced according to the improved technology and stored at temperature $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ should not exceed 12 days with due account of the safety margin for sour-milk infant drinks (provided they are kept in sealed-off containers).

Keywords: infant food; protein pasta; storage; temperature; organoleptic characteristics, acidity; microbiological indicators; biochemical indicators, probiotic properties.

Вступ

Впродовж останніх десятиліть в Україні спостерігається тенденція до росту народжуваності, що веде до збільшення кількості немовлят та дітей

віком до трьох років, яким необхідно споживати продукти зі збалансованим складом [1].

Безумовно, найкращою їжею для немовлят є материнське молоко за умови, що мати здорова і отримує повноцінне харчування [2]. У більшості розвинутих країн Європи понад 80% матерів годують

дітей своїм молоком. Це наслідок державних пропагандистських кампаній. Діє навіть Всесвітня організація по боротьбі за грудне годування. [3]. В нашій країні, на жаль, ситуація інакша. За оцінками Асоціації виробників дитячого харчування, в Україні лише 22 % дітей знаходиться виключно на грудному годуванні (в Російській Федерації – 32 %, в країнах Азії – 54 %). Лише 5 % українських матерів кормлять дітей груддю до року [4, 5]. В таких умовах проблема забезпечення дітей високоякісними біологічно повноцінними продуктами харчування може бути вирішена тільки через систему їх промислового виробництва.

Тому Міністерство агрополітики України ініціювало розробку державної цільової програми розвитку дитячого харчування в Україні на 2012...2016 рр., згідно якої передбачається збільшення внутрішніх обсягів виробництва і розширення асортименту продуктів для дитячого харчування [6]. Реалізація цієї програми сприяла розширенню асортименту та нарощуванню потужностей із виробництва продуктів для малюків. Перспективним є виробництво пастоподібних молочних продуктів для дитячого харчування [7].

Однак, всі існуючі пастоподібні молочні продукти дитячого харчування не адаптовані до молока жіночого, тому розробка нових продуктів обраного цільового сегменту – паст білкових дитячого харчування (ПБДХ) є актуальною.

Мета роботи

Метою дослідження стало обґрунтування граничного терміну зберігання паст білкових дитячого харчування, частково адаптованих до молока жіночого, вироблених термостатним способом і розфасованих у герметичну тару.

Для досягнення поставленої мети були визначені та вирішені такі завдання:

дослідити зміну органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних та біохімічних показників якості ПБДХ, вироблених термостатним способом, при зберіганні у герметичній тарі;

обґрунтувати тривалість граничного терміну зберігання цільового продукту у герметичній тарі з урахуванням коефіцієнта запасу;

визначити вплив рецептурних інгредієнтів ПБДХ на зміну показників їх якості при зберіганні й надати рекомендації щодо використання у складі паст білкових дитячого харчування пребіотиків, рослинних олій, комплексів вітамінів та мінеральних речовин.

Викладання основного матеріалу

Пасти білкові дитячого харчування рекомендовано виробляти термостатним способом із застосуванням термокислотної коагуляції білків молока знежиреного з подальшим відділенням білкової маси від сироватки, вальцюванням отриманої

білкової маси, змішуванням її з попередньо сквашеними комбінованими вершками, фасуванням до герметичної тари з подальшим доквашуванням у тарі в термостатній камері й охолодженням до температури зберігання. Використання для виробництва білкових паст термостатного способу є інноваційним підходом в молокопереробній галузі.

Для виробництва ПБДХ було рекомендовано використовувати заквашувальні композиції із змішаних культур мезофільних молочнокислих лактококків (ЗК ММЛ) з підвищеними протеолітичними властивостями і монокультур двох визнаних класичних пробіотиків – *L. acidophilus La-5* і *B. animalis Bb-12* у співвідношенні 1,0 : 0,1 : 1,0 (вихідна концентрація культур при інокуляції повинна складати $1 \cdot 10^6$, $1 \cdot 10^5$ і $1 \cdot 10^6$ КУО/см³ відповідно). Оскільки білкова маса, отримана термокислотною коагуляцією, містить (4,0...5,5) $\cdot 10^5$ КУО/г життєздатних клітин МК *L. acidophilus La-5*, процес ферментації комбінованих вершків здійснювали з використанням монокультур (МК) *B. animalis Bb-12* у складі ліофільно висушеного бакконцентрату безпосереднього внесення *FD DVS Bb-12* або замороженого бакконцентрату безпосереднього внесення *F DVS Bb-12* та ЗК *L. lactis ssp. lactis*, *L. lactis ssp. cremoris*, *L. lactis ssp. diacetylactis* і *L. mesenteroides* у складі замороженого бакконцентрату безпосереднього внесення *F DVS C-303* і бакконцентрату, отриманого ліофільним сушінням – *FD DVS CH N-11* [8].

Для проведення експериментальних досліджень отриману білкову масу змішували зі сквашеними комбінованими вершками. Отримання білкової маси термокислотним способом здійснювали аналогічно такому в технології ацидофільних паст [9] із застосуванням для ферментації сироватки бакконцентратів безпосереднього внесення *F DVS La-5* або *FD DVS La-5* при температурі (37±1) °С протягом двох діб. Для отримання комбінованих вершків молочні вершки з масовою часткою жиру 28 % змішували з олією гарбузовою і олією високоолеїновою соняшниковою рафінованою дезодорованою у кількості, яка забезпечувала співвідношення молочного, гарбузового і високоолеїнового соняшникового жирів 7,0 : 1,5 : 1,5; вносили в них фруктозу, як біфідогенний фактор (масова частка – 0,1 %); підігрівали до температури 75 °С; гомогенізували двоступеневим способом при зазначеній температурі та тиску 8,5 та 3,0 МПа на першому та другому ступенях відповідно; пастеризували при температурі 95 °С з витримкою 10 хв.; охолоджували до температури заквашування – (37±1) °С і заквашували однією з рекомендованих заквашувальних композицій:

- композиція 1 складалася із МК *B. animalis Bb-12* у складі бакконцентрату *F DVS Bb-12* і змішаних культур ММЛ у складі бакконцентрату *F DVS C-303* (вихідна концентрація культур біфідобактерій та ММЛ при інокуляції складала $1 \cdot 10^6$ КУО/см³);

- композиція 2 складалася із МК *B. animalis Bb-12* у складі бакконцентрату *FD DVS Bb-12* і змішаних культур ММЛ у складі бакконцентрату *FD DVS CH N-11* (вихідна концентрація культур біфідобактерій та ММЛ при інокуляції складала $1 \cdot 10^6$ КУО/см³).

У обидві партії сквашених комбінованих вершків вносили концентрат лактулози «Лактусан» із розрахунку 0,5 % лактулози у готовій білковій масі й кожну партію ділили на три частини:

у першу частину сквашених комбінованих вершків вносили комплекс вітамінів FT 041081EU в кількості, яка забезпечувала вміст комплексу в готовій білковій масі 5 мг/100 г; у другу частину – комплекс мінеральних речовин FT 042836EU в кількості, яка забезпечувала вміст комплексу в готовій білковій масі 5 мг/100 г; у третю частину – комплекс вітамінів та мінеральних речовин у зазначених концентраціях.

Із білкової маси і сквашених збагачених комбінованих вершків, готували дві серії експериментальних зразків [8]:

– експериментальний зразок 1-1 (1-2) – суміш білкової маси і комбінованих вершків, сквашених композицією 1 (або композицією 2) і збагачених лактулозою та вітамінами;

– експериментальний зразок 2-1 (2-2) – суміш білкової маси і комбінованих вершків, сквашених композицією 1 (або композицією 2) і збагачених лактулозою та мінеральними речовинами;

– експериментальний зразок 3-1 (3-2) – суміш білкової маси і молочно-рослинних вершків, сквашених композицією 1 (або композицією 2) і збагачених лактулозою, вітамінами та мінеральними речовинами.

За контрольні зразки 1 та 2 використовували суміші білкової маси, отриманої із молока знежиреного термокислотою коагуляцією, зі сквашеними молочними вершками з масовою часткою жиру 40 % (масова частка жиру в молочних вершках відповідала такій в комбінованих вершках), оброблені за аналогічними режимами і сквашені тими ж заквашувальними композиціями 1 і 2, що й експериментальні зразки.

Вироблені зразки ПБДХ зберігали при температурі (4 ± 2) °C, оскільки при підвищенні температури до 8...10 °C у них можуть продовжувати розвиватись мікроорганізми заквашувальних композицій [10 - 14], що сприятиме погіршенню споживних властивостей і медико-біологічних характеристик продукту. Використання температури зберігання, нижчої від 0 °C, у технологіях ПБДХ недопустимо, оскільки при їх заморожуванні змінюються структурні характеристики білків та жирів, що викликає погіршення показників якості, зокрема органолептичних і реологічних [15, 10]. Тому розфасовані у асептичних умовах зразки ПБДХ зберігали в герметичній тарі при температурі 4 °C протягом 28 діб.

У процесі зберігання протягом 28 діб з періодичністю 4 доби визначали такі показники:

– фізико-хімічні – температуру зберігання – за ГОСТ 25754-85; титровану кислотність – титриметричним методом за ГОСТ 3624-92 (рис. 1, а; 2, а); активну кислотність – потенціометричним методом за ГОСТ 26781-85 (рис. 1, б; 2, б);

– біохімічні – антиоксидантну активність – за методом, який базується на каталізі переносу електрону продуктом в системі «відновлений нікотінамідаденіндинуклеотид – фероціанід калію» [16] (рис. 5, а; 6 а); максимально можливий вміст малонового діальдегіду в продукті при повному окисненні – колориметричним методом за [17] (рис. 5, б; 6 б);

– мікробіологічні – кількість життєздатних клітин пробіотичних культур – МК *B. animalis Bb-12* у 1 см³ продукту – посівом у розлите в пробірки високим стовпчиком тіогліколеве середовище і термостатуванням при 37 °C без доступу кисню протягом 48...72 год. за ДСТУ 7355:2013 (рис. 3, а; 4, а); найбільш вірогідне число життєздатних клітин МК *L. acidophilus La-5* у 1 см³ продукту – посівом у розлите в пробірки високим стовпчиком стерилізоване знежирене молоко і термостатуванням протягом 72 год. за ГОСТ 10444.11-89 (рис. 3, б; 4, б); кількість життєздатних клітин ЗК *L. lactis ssp.* 1 см³ продукту – посівом у розлите в пробірки високим стовпчиком стерилізоване молоко і термостатуванням протягом 72 год за ГОСТ 10444.11-89 (рис. 3, в; 4 в); наявність бактерій групи кишкових паличок у 0,3 см³ – посівом на середовища Кеслер за ДСТУ IDF 73A:2003, визначення кількості дріжджів та пліснів в 1 см³ – посівом на середовище Сабуро за ГОСТ 10444.12-88.

Обговорення результатів

У процесі зберігання контрольного зразка 1 ПБДХ (зразок 4) титрована кислотність його стрімко наростала, а активна знижувалася до 20-тої доби зберігання (рис. 1, а, б, відповідно), що обумовлено активним розвитком у цьому зразку лактобактерій (рис. 3, в). Слід зазначити, що зразок 4 має максимальну концентрацію життєздатних клітин МК *L. acidophilus La-5*, які є найсильнішими кислотоутворювачами із усіх використаних у складі заквашувальної композиції 1 культур лакто- й біфідобактерій, тому вже на 10-ту добу зберігання його кислотність досягає граничного для пастоподібних продуктів дитячого харчування значення – 180 °T; при цьому смак продукту є занадто кислим, що не допустимо у продуктах для харчування дітей віком від 8-ми місяців. Після 20-тої доби титрована кислотність зразка 4 знижувалась, що пояснюється глибоким перетворенням амінокислот (дезамінуванням), отриманих при гідролізі білків під дією протеолітичних ферментів, які виділяють клітини ЗК ММЛ у складі бакконцентрату *F DVS C-303* і МК *L. acidophilus La-5* у процесі активної життєдіяльності; при цьому активна кислотність

залишалась практично незмінною за рахунок буферних властивостей молочних білків. Глибокі зміни амінокислот викликали появу у контрольному зразку 1 ПБДХ гіркуватого присмаку на 21-22 добу зберігання, що зробило продукт взагалі непридатним до харчування. Кількість життєздатних клітин біфідобактерій у зразку 4 знижувалась протягом всього дослідженого терміну зберігання (рис. 3, а). З огляду на вимоги [18], граничний термін зберігання зразка 4 не повинен перевищувати 5 діб.

При зберіганні контрольного зразка 2 ПБДХ (зразок 8) титрована кислотність його збільшувалась, а активна знижувалась протягом 28 діб (рис. 2 а, б, відповідно), що також обумовлено активним розвитком у цьому зразку лактобактерій (рис. 4, в). Однак, зразок 8 має нижчу вихідну концентрацію життєздатних клітин МК *L. acidophilus* La-5 і ЗК *L. lactis* ssp. і, як наслідок, нижчу їх концентрацію у продукті протягом всього процесу зберігання.

Тому гранично допустимий рівень титрованої кислотності для пастоподібних продуктів дитячого харчування – 180 °Т, у контрольному зразку 2 ПБДХ відзначається через 13 діб, після чого продукт набуває вираженого кисломолочного смаку, не дозволеного у продуктах для харчування дітей віком від 8-ми місяців. Слід відзначити, що у зразку 8 не відбуваються зміни амінокислот, що обумовлено значно нижчими протеолітичними властивостями ЗК *L. lactis* ssp., які входять до БК *FD DVS CH N-11* в порівнянні з культурами ММЛ у складі БК *F DVS C-303* [19].

Біфідобактерії у зразку 8 також починають відмирати з першого дня зберігання (рис. 4, а), що обумовлено відсутністю біфідогенних факторів у продукті (як і у зразку 4). З огляду на вимоги [18], граничний термін зберігання зразка 8 не повинен перевищувати 6,5 діб.

В експериментальних зразках першої та другої груп титрована кислотність протягом 24 діб зберігання знаходилась в межах 135...180 та 130...180 °Т відповідно (рис. 1, а; 2, а), а активна кислотність – у межах 4,68...5,14 та 4,65...5,13 рН відповідно (рис. 1, б; 2, б).

Такі значення кислотності обумовлювали чистий кисломолочний смак у всіх експериментальних зразках протягом 24 діб зберігання, консистенція зразків була м'яка, мазка, ніжна, характерна для пастоподібних дитячих білкових продуктів; колір зразків був вираженим кремовим, що обумовлено високим вмістом жиру в продукті (15 %) і наявністю у складі жирового компоненту рослинних олій (гарбузової та високоолеїнової соняшникової); найбільш вираженим кремовим був колір у зразках 1-1, 1-3, 2-1 та 2-3, збагачених комплексом вітамінів. Після 24-тої доби зберігання у експериментальних зразках першої групи також відзначалось незначне зниження титрованої кислотності (на 1,5...2,0 °Т) – рис. 1, а, обумовлене використанням у складі заквашувальної композиції

БК *F DVS C-303*, яке обумовило незначні зміни амінокислот, накопичених при протеолізі молочних білків у зразках 1-1, 1-2, 1-3. Однак, такі незначні зміни амінокислот не призвели до появи у зазначених зразках гіркоти, оскільки процес після 24-тої доби тільки почався. В експериментальних зразках другої групи титрована кислотність збільшувалась і після 24-тої доби зберігання і на 28-му добу досягала значень 175...189 °Т (рис. 2, а).

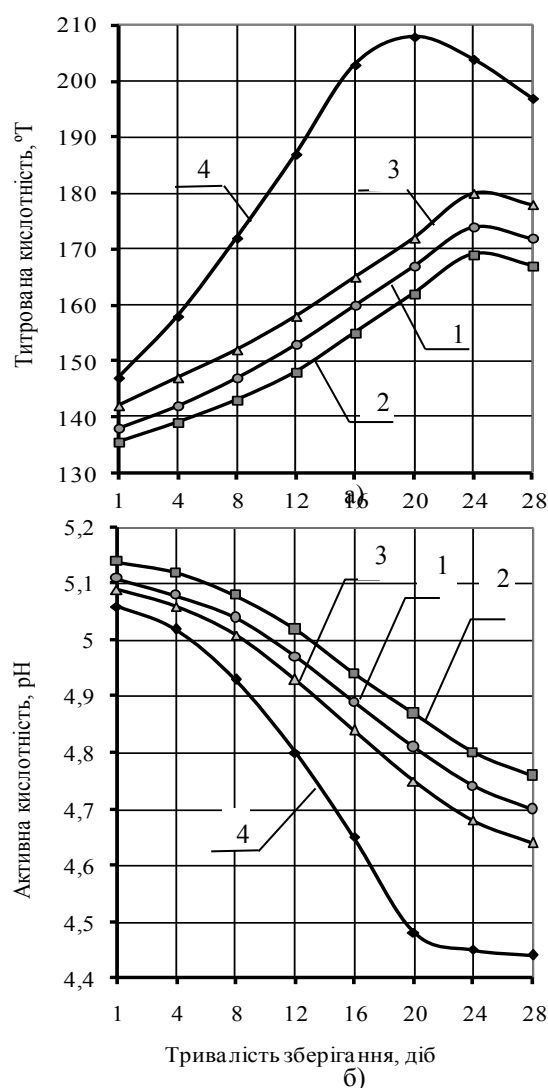


Рис. 1 - Зміна титрованої (а) та активної (б) кислотності при зберіганні ПБДХ з використанням заквашувальної композиції 1 за температури 4...6 °С в герметичній тарі:

- 1 – експериментальний зразок 1-1;
- 2 – експериментальний зразок 1-2;
- 3 – експериментальний зразок 1-3;
- 4 – контрольний зразок 1;

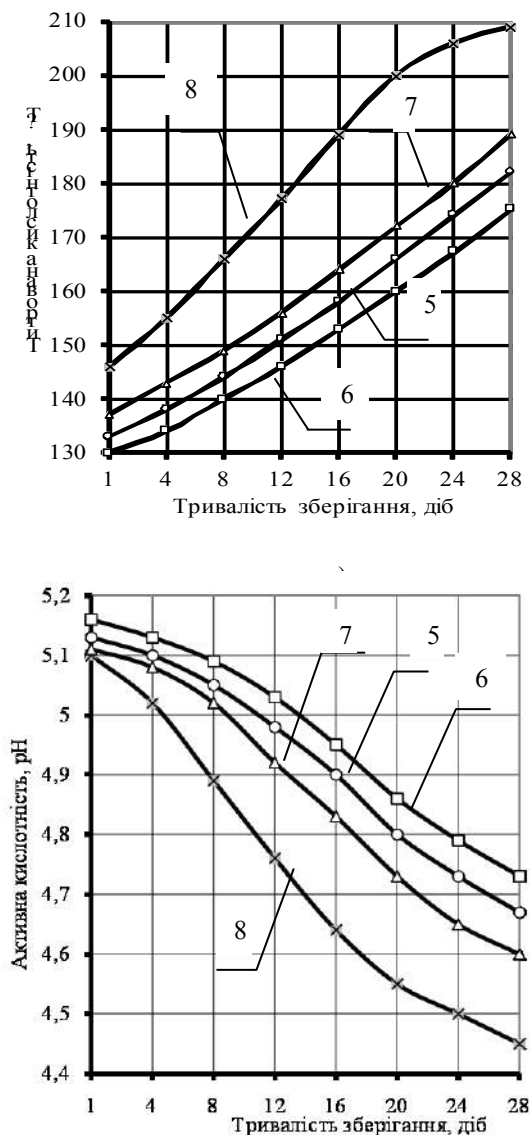


Рис.2 - Зміна титрованої (а) та активної (б) кислотності при зберіганні ПБДХ з використанням заквашувальної композиції 2 за температури 4...6 °С в герметичній тарі:

- 5 – експериментальний зразок 2-1;
- 6 – експериментальний зразок 2-2;
- 7 – експериментальний зразок 2-3;
- 4 – контрольний зразок 2.

Нижчі значення титрованої кислотності експериментальних зразків у порівнянні з контрольними обумовлені високою концентрацією в дослідних зразках біфідобактерій (рис. 3, а; 4, а) і ММЛ (рис. 3, в; 4, в), які не є сильними кислотоутворювачами, і значно нижчою концентрацією життєздатних клітин ацидофільних паличок (рис. 3, б; 4, б) – сильних кислотоутворювачів. Найвищі значення титрованої кислотності (рис. 1, а; 2, а) мають зразки 1-3 та 2-3, в яких відзначається максимальна кількість всіх культур лакто- й

біфідобактерій (рис. 3, рис. 4), введених до складу ПБДХ, що пояснюється стимулюючою дією на мікроорганізми заквашувальних композицій вітамінів, мінеральних речовин, а також «підтримуючою» дією лактулози щодо біфідофлори в усіх експериментальних зразках. Дещо нижчі значення кислотності мають зразки 1-1 та 2-1, вміст лакто- й біфідобактерій в яких нижчий, ніж у зразках 1-3 та 2-3 (рис. 3, рис. 4), найнижчий рівень титрованої кислотності мають зразки 1-2 та 2-2 (рис. 1, а; 2, а), вміст корисної мікрофлори яких найнижчий серед усіх досліджених експериментальних зразків. Отже, на збереження життєздатності мікроорганізмів заквашувальних композицій вітаміни здійснюють більш суттєвий вплив, ніж мінеральні речовини, а комплекс зазначених функціональних інгредієнтів має найбільш виражену «підтримуючу» дію.

Крім того, на збереження життєздатності біфідобактерій у процесі зберігання ПБДХ дуже суттєвий вплив має лактулоза, введена до складу всіх експериментальних зразків ПБДХ: вміст життєздатних клітин МК *B. animalis* Bb-12 у зразках першої та другої груп протягом 24 діб зберігання складає $7,9 \cdot 10^8 \dots 4,0 \cdot 10^{10}$ та $6,7 \cdot 10^8 \dots 0,8 \cdot 10^{10}$ КУО/г відповідно (рис. 3, а; 4, а), що обумовлює дуже високі пробіотичні й антагоністичні властивості продукту, а також високі органолептичні характеристики. Зразки першої групи містять дещо вищий вміст біфідофлори, ніж відповідні зразки другої групи, що обумовлено більш активним розвитком зі ЗК ММЛ, що входять до БК F DVS C-303. біфідобактерій у процесі ферментації в композиції

Кількість життєздатних клітин МК *L. acidophilus* La-5 у зразках першої та другої груп складає $(1,04 \dots 8,0) \cdot 10^8$ та $(0,9 \dots 7,0) \cdot 10^8$ КУО/г відповідно (рис. 3, б; 4, б) протягом 24 діб зберігання, що суттєво підсилює антагоністичні й пробіотичні властивості ПБДХ. Крім того, ацидофільні палички мають високі протеолітичні властивості й разом зі змішаними культурами ММЛ приймають участь у протеолізі білків, що забезпечує в готових продуктах гіпоалергенні властивості.

Мезофільні молочнокислі лактококки розвиваються в процесі зберігання всіх експериментальних зразків, що обумовлено досить високою активною кислотністю продукту протягом всього терміну зберігання та стимулюючою дією на культури ММЛ вітамінів, мінеральних речовин та продуктів життєдіяльності біфідобактерій і лактобацил. Кількість життєздатних клітин ММЛ складає $7,0 \cdot 10^9 \dots 7,0 \cdot 10^{10}$ та $5,0 \cdot 10^9 \dots 6,0 \cdot 10^{10}$ КУО/г у зразках першої та другої груп відповідно (рис. 3, в; 4, в) протягом 24 діб зберігання.

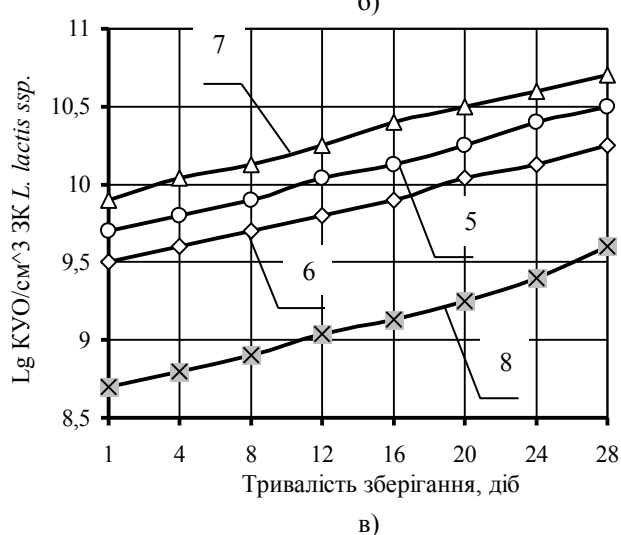
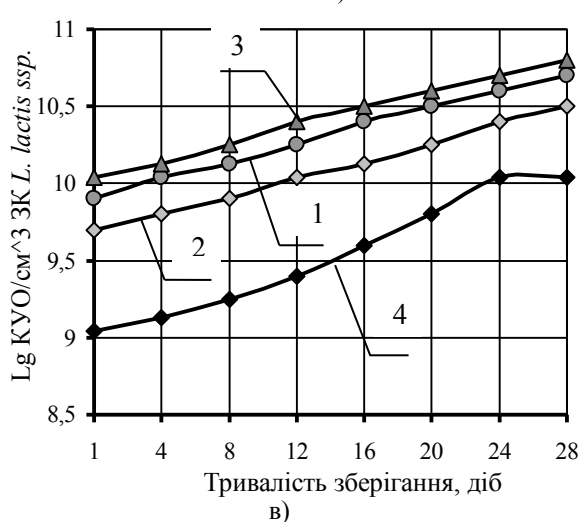
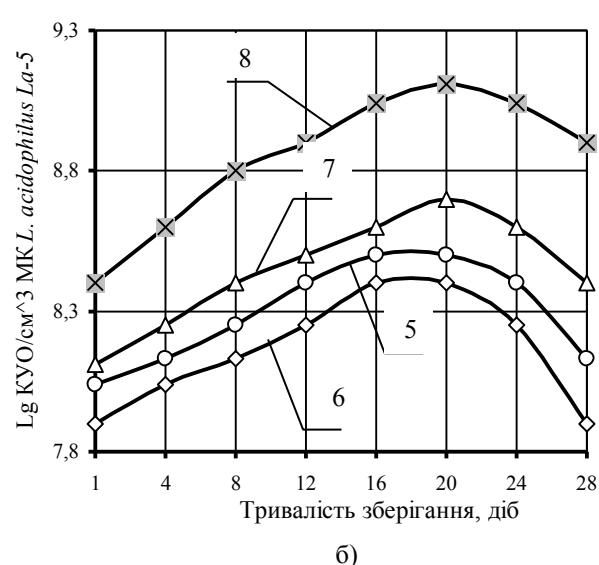
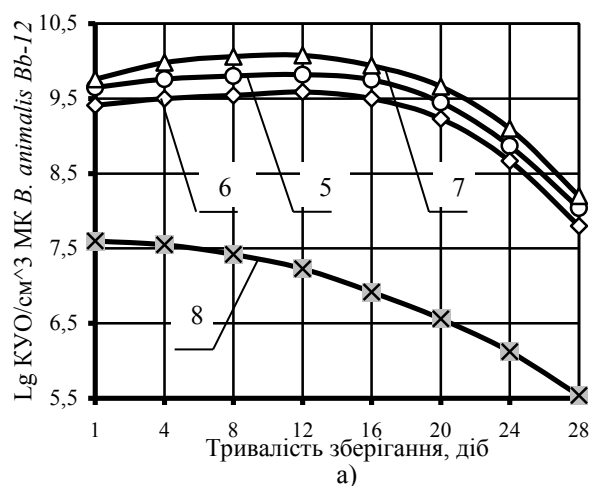
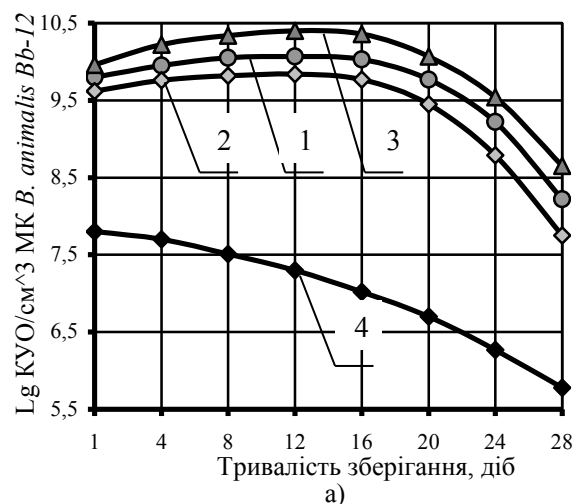


Рис. 3 - Зміна кількості життєздатних клітин МК *B. animalis* Bb-12 (а), МК *L. acidophilus* La-5 (б) і ЗК *L. lactis* ssp. (в) у 1 г ПБДХ з використанням композиції 1 при зберіганні за температури 4...6 °C в герметичній тарі: 1, 2, 3 – експериментальні зразки 1-1, 2-1, 3-1, відповідно; 4 – контрольний зразок 1;

Рис. 4 - Зміна кількості життєздатних клітин МК *B. animalis* Bb-12 (а), МК *L. acidophilus* La-5 (б) і ЗК *L. lactis* ssp. (в) у 1 г ПБДХ з використанням композиції 2 при зберіганні за температури 4...6 °C в герметичній тарі: 5, 6, 7 – експериментальні зразки 1-2, 2-2, 3-2, відповідно; 8 – контрольний зразок 2;

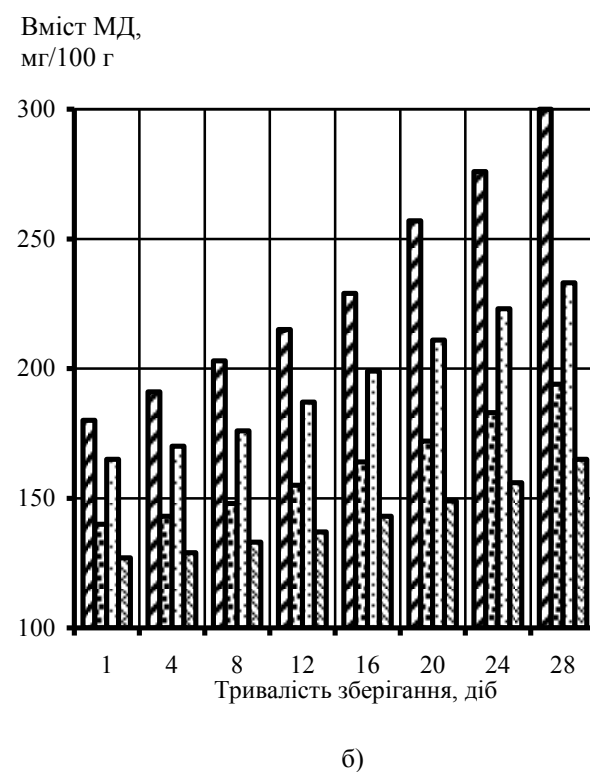
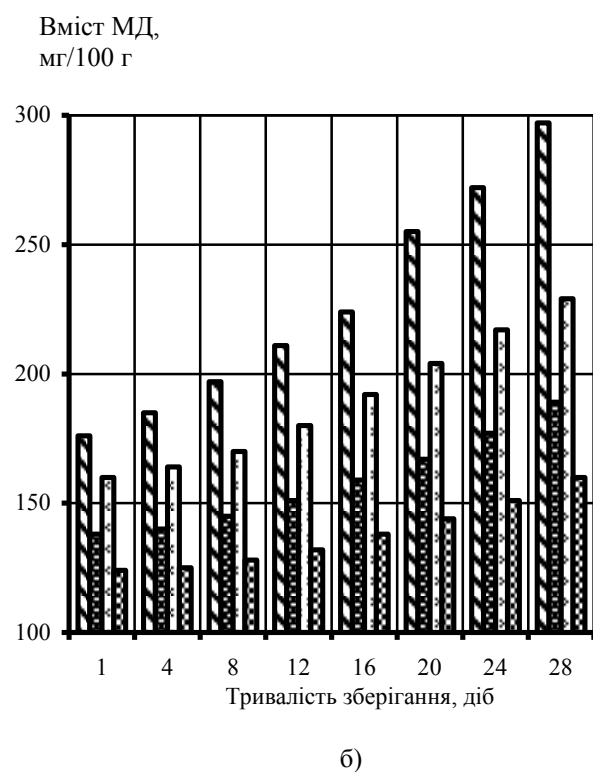
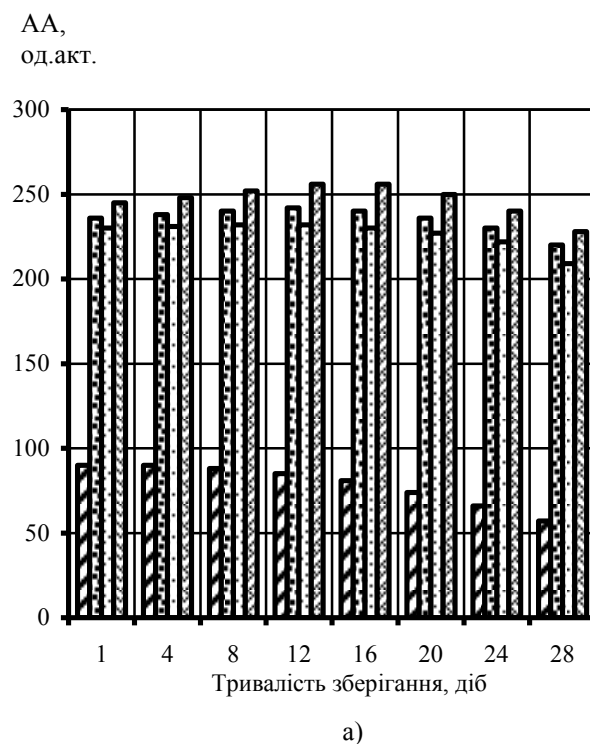
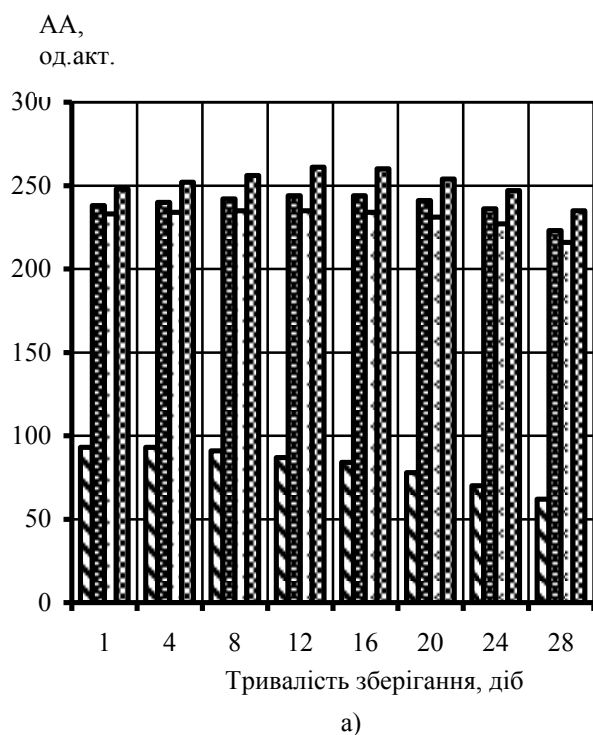


Рис. 5 - Зміна АА (а) та вмісту МД (б) при зберіганні ПБДХ першої серії за температури 4...6 °С в герметичній тарі:

- – експериментальний зразок 1-1;
- – експериментальний зразок 1-2;
- ▨ – експериментальний зразок 1-3;
- ▩ – контрольний зразок 1;

Рис. 6 - Зміна АА (а) та вмісту МД (б) при зберіганні ПБДХ другої серії за температури 4...6 °С в герметичній тарі:

- – експериментальний зразок 2-1;
- – експериментальний зразок 2-2;
- ▨ – експериментальний зразок 2-3;
- ▩ – контрольний зразок 2;

Найвищу кількість пробіотиків (МК лактобацил та МК біфідобактерій) і ММЛ з підвищеними протеолітичними властивостями мають зразки ПБДХ, збагачені лактулозою, рослинними оліями, комплексами вітамінів та мінеральних речовин.

Дослідження біохімічних показників (рис. 5; 6) також свідчать про перспективність виробництва ПБДХ, збагачених зазначеними функціональними інгредієнтами, оскільки вони мають найвищі антиоксидантні властивості. Ці зразки пастоподібних продуктів мають найвищі значення антиоксидантної активності (245...248 од.акт у свіжовиготовлених зразках – рис. 5, а; 6, а) і найнижчий вміст малонового діальдегіду (124...127 мг/100 г продукту у свіжовиготовлених зразках – рис. 5, б; 6, б). У процесі зберігання зразків 1-3 та 2-3 протягом 24 діб їх АА залишається практично незмінною (рис. 5, а; 6, а), а вміст МД збільшується лише на 21,6...21,8 та 22,8...23,0 % (рис. 5, б; 6, б), що свідчить про високу стійкість цих зразків до окиснення у процесі зберігання. АА зразків інших чотирьох експериментальних зразків незначно відрізняється від такої у зразків 1-3 та 2-3, однак їх стійкість до окиснення дещо нижча (особливо зразків 1-2 та 2-2), що пояснюється відсутністю в цих зразках вітамінів антиоксидантного ряду, внесених до зразків 1-1, 1-3, 2-1 та 2-3 з комплексом FT 041081EU.

Дослідження кількості БГКП у 0,3 г продукту свідчить про їх відсутність у зазначеній масі ПБДХ, а кількість життєздатних клітин плісень та дріжджів не перевищує 10 КУО/г, що доводить правильність вибору параметрів теплового та біотехнологічного оброблення сировини й напівфабрикатів у технологічному процесі виробництва нових пастоподібних продуктів для харчування малюків віком від 8-ми місяців.

З огляду на наведені результати експериментальних досліджень, можна стверджувати, що протягом 24 діб експериментальні зразки ПБДХ мають високі органолептичні, пробіотичні характеристики, нормовані фізико-хімічні та мікробіологічні показники, тому (із врахуванням вимог [18]) граничний термін зберігання ПБДХ при температурі (4±2) °С не повинен перевищувати 12 діб. Такий тривалий термін зберігання ПБДХ зробить їх конкурентноздатними на споживчому ринку продуктів дитячого харчування України.

Висновки

1. Досліджено зміну органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних та біохімічних показників якості ПБДХ з високими пробіотичними, у т.ч. антагоністичними, й гіпоалергенними властивостями, при зберіганні у герметичній тарі за температури (4±2) °С. Показано, що при зазначених умовах протягом 24 діб досліджені зразки цільового продукту мають високі органолептичні, нормовані для

пастоподібних продуктів дитячого харчування фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні показники, а також характеризуються високим вмістом пробіотиків. Вміст життєздатних клітин МК *B. animalis* Bb-12 у зразках першої та другої груп протягом 24 діб зберігання складає $7,9 \cdot 10^8 \dots 4,0 \cdot 10^{10}$ та $6,7 \cdot 10^8 \dots 0,8 \cdot 10^{10}$ КУО/г відповідно. Кількість життєздатних клітин МК *L. acidophilus* La-5 у зразках першої та другої груп складає $(1,04 \dots 8,0) \cdot 10^8$ та $(0,9 \dots 7,0) \cdot 10^8$ КУО/г відповідно.

2. Встановлено, що граничний термін зберігання ПБДХ за температури (4±2) °С не повинен перевищувати 12 діб із врахуванням коефіцієнту запасу для кисломолочних продуктів дитячого харчування (за умови зберігання у герметичній тарі).

3. Доведено, що рецептури цільових продуктів повинні включати лактулозу, комплекс вітамінів FT 041081EU фірми «Fortitech» (Данія) та комплекс мінеральних речовин FT 042836EU фірми «Fortitech» (Данія), високоолеїнову соняшникову рафіновану дезодоровану олію як джерело МНЖК і гарбузову олію як джерело ПНЖК.

Список літератури

1. Рынок детского питания в Украине [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. statuspress.com.ua. Режим доступа: statuspress.com.ua.
2. Кузнецов, В. В. Справочник технолога молочного производства. Технология детских молочных продуктов / В. В. Кузнецов, Н. Н. Липатова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005 г. – 525 с.
3. Аналіз та перспективи розвитку індустрії дитячого харчування в Україні та світі / Н.А. Ткаченко, П.О. Некрасов, Ю.В. Назаренко, Ю.С. Українцева, А.С. Авершина // Молочний бізнес. – 2016. – № 4. – С. 10–14., 2017. – № 1. – С. 4–8.
4. Рынок детских молочных продуктов в Украине [Электронный ресурс]. – Союз-информ. – 2010. – Режим доступа: http://www.souz-inform.com.ua/index.php?language=rus&menu=article/detskoe_pytanye.
5. Украинский рынок молочных продуктов детского питания [Электронный ресурс]. -Инфагро.- 2011.- Режим доступа: <http://www.infagro.com.ua/ru/Product/Yes/37/5>.
6. Обзор рынка детского питания в Украине [Электронный ресурс]. – BABY EXPO. – 2014. – Режим доступа: http://babyexpo.ua/baby_expo.
7. Про затвердження Державної цільової соціальної програми розвитку виробництва продуктів дитячого харчування на 2012-2016 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/870-2011-p>.
8. Романчук, І.О. Розробка технологій продуктів дитячого харчування та актуальні питання їх подальшого розвитку / І.О. Романчук // Збірник праць другої спеціалізованої науково-практичної конференції «Дитяче харчування: перспективи розвитку та інноваційні технології» в рамках XVII Міжнародного Форуму товарів та послуг для дітей BABY EXPO. – Київ, 2014. – С. 49-52.
9. Ткаченко, Н.А. Обґрунтування параметрів ферментації білкової маси у технології білкових паст для дитячого харчування / Н.А. Ткаченко, Ю.С. Українцева //

- Харчова наука і технологія*. – 2015. – № 2 (31). – С. 38–47. – doi: 10.15587/1729-4061.2014.23388.
10. Технологія незбираних продуктів: навч. посібник / **Т.А. Скорченко, Г.Є. Поліщук, О.В. Грек, О.В. Кочубей** // *Нау. ун-т харч. технологій*. – Вінниця: Нова кн., 2005. – 264 с.
 11. **Walker, A.** Intestinal colonization and programming of the intestinal immune response / **A. Walker** // *Journal of clinical gastroenterology*. – 2014. – V. 48. – Suppl 1. – P. 8–11.
 12. **Randi J. Bertelsen.** Use of probiotics and prebiotics in infant feeding / **Randi J. Bertelsen, Elizabeth T. Jensen, Tamar Ringel-Kulka** // *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*. – 2016. – V. 30. – Issue 1. – P. 39–48. – doi: 10.1016/j.bpg.2016.01.001.
 13. **Linda, V. Thomas.** Probiotics – the journey continues / **Linda V. Thomas** // *International Journal of Dairy Technology*. – 2016. – V. 69. – Issue 4. – P. 469–480. – doi:10.1111/1471-0307.12354.
 14. **Civardi, E.** Safety, growth, and support to healthy gut microbiota by an infant formula enriched with functional compounds / **E. Civardi, F. Garofoli, S. Longo** [et al.] // *Clinical Nutrition*. – 2017. – V. 36. – Issue 1. – P. 238–245. – doi:10.1016/j.clnu.2015.11.006.
 15. **Bergmann, H.** Probiotics in human milk and probiotic supplementation in infant nutrition: a workshop report / **H. Bergmann, J.M. Rodriguez, S. Salminen, H. Szajewska** // *The British journal of nutrition*. – 2014. – V. 112. – Issue 7. – P. 1119–1128.
 16. **Назаренко, Ю.В.** Технологія сиру кисломолочного дитячого харчування: монографія / **Ю.В. Назаренко, Н.А. Ткаченко** // Суми: видавничо-виробниче підприємство «Мрія-1», 2016. – 188 с.
 17. **Gan, E.V.** Electron transfer properties of melanin / **E.V. Gan** // *Arch. Biochem. and Biophys.* – 1976. – Vol. 17. – № 3. – P. 666–672.
 18. **Андреева, Л. И.** Модификация метода определения перекисей липидов в тесте с тиобарбитуровой кислотой / **Л.И. Андреева, Л.А. Кожемякин, А.А. Кишкун** // *Лаб. дело*. – 1988. – № 11. – С. 41–43.
 19. Му 4.2. 727-99. Гигиеническая оценка сроков годности пищевых продуктов. – [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.znaytovar.ru/new2823.html>
 20. **Ткаченко, Н. А.** Заквашувальні композиції для дитячих кисломолочних продуктів з підвищеними протеолітичними властивостями / **Н. А. Ткаченко, Ю. В. Назаренко, А. С. Авершина, Ю. С. Українцев** // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – № 2/12 (68). – 2014. – С. 66–71. – doi: 10.15587/1729-4061.2014.23388.
 - of the baby food industry in Ukraine and in the world]. *Molochnyi biznes*. 2016, 4. 10–14, 2017, 1, 4–8.
 4. Rynok detskikh molochnykh produktov v Ukraine. (2010). Elektronnyy resurs. Soyuz-inform. Rezhim dostupa: http://www.souz-inform.com.ua/index.php?language=rus&menu=article/detskoe_pytanye.
 5. Ukrainskii rynek molochnykh produktov detskogo pitaniya. (2011). Elektronnyy resurs. Elektron. dan. Infagro. Rezhym dostupa: <http://www.infagro.com.ua/ru/Product/Yes/37/>
 6. Obzor rynka detskogo pitaniya v Ukraine. (2014). Elektronnyy resurs. Bebi-expo. Rezhym dostupa: http://babyexpo.ua/baby_expo/news_baby_expo/detail.php?ELEMENT_ID=5788
 7. Pro zatverdzhennia Derzhavnoi tsilovoi sotsialnoi prohramy rozvytku vyrobnytstva produktiv dytiachoho kharchuvannia na 2012-2016 roky. (2011). Elektronnyi resurs. Rezhym dostupa: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/870-2011-p>.
 8. **Romanchuk, I.O.** Rozrobka tekhnologii produktiv dytiachoho kharchuvannia ta aktualni pytannia yikh podalshoho rozvytku. [Development of baby food technology and relevant issues for their further development]. *Zbirnyk prats druhoi spetsializovanoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Dytiache kharchuvannia: perspektyvy rozvytku ta innovatsiini tekhnologii» v ramkakh XVII Mizhnarodnoho Forumu tovariv ta posluh dlia ditei BABY EXPO*, 2014, Kyiv, 49–52.
 9. **Tkachenko, N.A., Ukrainseva, Yu.S.** Obgruntuvannia parametriv fermentatsii bilkovoї masu u tekhnologii bilkovykh past dlia dytiachoho kharchuvannia [Justification of parameters of fermentation of protein mass in the technology of protein paste for baby food]. *Kharchova nauka i tekhnologhiia*. 2015, 2 (31). 38–47. – doi: 10.15587/1729-4061.2014.23388.
 10. **Korchenko, T.A., Polishchuk, H.Ye., Hrek, O.V., Kochubei, O.V.** Tekhnologhiia nezbyranykh produktiv: navch. posibnyk [Technolonium of non-assorted products: companion]. *Nats. un-t kharch. tekhnologii. Vinnytsia: Nova kn.*, 2005, 264 p.
 11. **Walker, A.** Intestinal colonization and programming of the intestinal immune response. *Journal of clinical gastroenterology*. 2014, 48, 1, 8–11.
 12. **Randi, J. Bertelsen, Elizabeth T. Jensen, Tamar, Ringel-Kulka.** Use of probiotics and prebiotics in infant feeding. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*. 2016, 30, 1, 39–48. – doi:10.1016/j.bpg.2016.01.001.
 13. **Linda, V. Thomas.** Probiotics – the journey continues. *International Journal of Dairy Technology*. 2016, 69, 4, 469–480. – doi: 10.1111/1471-0307.12354.
 14. **Civardi, E., Garofoli, F., Longo, S.** Safety, growth, and support to healthy gut microbiota by an infant formula enriched with functional compounds. *Clinical Nutrition*. 2017, 36, 1, 238–245. – doi: 10.1016/j.clnu.2015.11.006.
 15. **Bergmann, H., Rodriguez, J.M., Salminen, S., Szajewska, H.** Probiotics in human milk and probiotic supplementation in infant nutrition: a workshop report. *The British journal of nutrition*. 2014, 112(7), 1119–1128.
 16. **Nazarenko, Yu.V., Tkachenko, N.A.** Tekhnologhiia syru kyslomolochnoho dytiachoho kharchuvannia: monohrafiia. [Technology of dairy cheese cheese: monograph]. *Sumy: vydavnycho-vyrobnyche pidpriemstvo «Mriia-1»*, 2016, 188 p.
 17. **Gan, E.V.** Electron transfer properties of melanin. *Arch. Biochem. and Biophys.* 1976, 17(3), 666–672.
 18. **Andreeva, L.I., Kozhemyakin, L.A., Kishkun, A.A.** Modifikatsiya metoda opredeleniya perekisey lipidov v teste s tiobarbiturovoy kislotoy. [Modification of the method for

Bibliography (transliterated)

1. Rynok detskogo pitaniya v Ukraine. Elektronnyy resurs. Elektron. dan. statuspress.com.ua. Rezhim dostupa: statuspress.com.ua
2. **Kuznetsov, V.V., Lipatova, N.N.** Spravochnik tekhnologa molochnogo proizvodstva, Tekhnologiya detskikh molochnykh produktov [Directory of the technologist of dairy production. Technology of children's dairy products]. Sankt-Peterburg: GIOR, 2005, 525.
3. **Tkachenko, N.A., Nekrasov, P.O., Nazarenko, Yu.V., Ukrainseva, Yu.S., Avershyna, A.S.** Analiz ta perspektyvy rozvytku industrii dytiachoho kharchuvannia v Ukraini ta sviti. [Analysis and prospects of the development

- determination of lipid peroxides in the test with thiobarbituric acid]. *Lab. Delo*. 1988, **11**, 41–43.
19. Mu 4.2. 727-99. Gigienicheskaya otsenka srokov godnosti pishchevykh produktov. Elektronnyy resurs. Yelektron. dan. Rezhim dostupa: <http://www.znaytovar.ru/new2823.html>.
20. **Tkachenko, N.A., Nazarenko, Yu.V., Avershina, A.S., Ukraintseva, Yu.S.** Zakvashuvalni kompozitsiyi dlya dytiachikh kyslomolochnikh produktiv z pidvichenimi proteolitychnymy vlastyvostiamy. *Vostochno-evropeyskiy gurnal peredovikh tehnologiy*. 2014, **2/12(68)**. 66–71. – doi:10.15587/1729-4061.2014.23388.

Відомості про авторів (About authors)

Українцева Юлія Сергіївна – кандидат технічних наук, Луганський національний аграрний університет, доцент кафедри технології молока і молочних продуктів, м. Луганськ, Україна; e-mail: yuliy@i.ua.

Yulia Ukraineva - Candidate of Technical Sciences, Luhansk national agrarian university, the Assistant Professor of Department of milk technology and dairy products, Luhansk, Ukraine; e-mail: yuliy@i.ua.

Ткаченко Наталія Андріївна – доктор технічних наук, професор, Одеська національна академія харчових технологій, завідувач кафедри технології молочних, олійно-жирових продуктів і косметики, м. Одеса, Україна; e-mail: nataliya.n2013@gmail.com.

Nataliia Tkachenko - Doctor of Sciences (Dr. Hab.) in Engineering, Professor, Odessa national academy of food technologies, the Head of Department of technology of milk, oil-fat products and cosmetics, Odessa, Ukraine; e-mail: nataliya.n2013@gmail.com.

Авершина Анастасія Сергіївна – кандидат технічних наук, Луганський національний університет імені Тараса Шевченка, доцент кафедри товарознавства та торгового підприємства, м. Луганськ, Україна; e-mail: nanya-82@mail.ru.

Anastasiia Avershina - Candidate of Technical Sciences, Taras Shevchenko National University of Luhansk, the Assistant Professor of Department commodity Science and Trade Business, Luhansk, Ukraine; e-mail: nanya-82@mail.ru.

Павленко Олександр Тимофійович – кандидат технічних наук, Луганський національний аграрний університет, доцент кафедри техносферної безпеки, м. Луганськ, Україна; e-mail: 852424@i.ua.

Oleksandr Pavlenko - Candidate of Technical Sciences, Luhansk national agrarian university, the Assistant Professor of Department of technosphere safety, Luhansk, Ukraine; e-mail: 852424@i.ua.

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Українцева, Ю. С. Термостатний спосіб виробництва – гарантія тривалого зберігання паст білкових дитячого харчування / **Ю. С. Українцева, Н. А. Ткаченко, А. С. Авершина, О. Т. Павленко** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ». - 2017. - № 32 (1254). – С. 123-132. – doi:10.20998/2413-4295.2017.32.20.

Please cite this article as:

Ukraineva, Yu., Tkachenko, N., Avershina, A., Pavlenko, O. Thermostatic production technology is the guarantee of long-storage period of protein pastes for infant food. *Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU “KhPI”, 2017, **32** (1254), 123–132, doi:10.20998/2413-4295.2017.32.20.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Українцева, Ю. С. Термостатный способ производства – гарантия длительного хранения паст белковых детского питания / **Ю. С. Українцева, Н. А. Ткаченко, А. С. Авершина, А. Т. Павленко** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях*. – Харьков: НТУ «ХПИ». - 2017. - № 32 (1254). – С. 123-132. – doi:10.20998/2413-4295.2017.32.20.

АННОТАЦІЯ В статті изложены результаты исследований изменения показателей качества паст белковых детского питания с высокими гипоаллергенными, пробиотическими, в т.ч. антагонистическими, свойствами при хранении в герметичной таре при температуре $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 28 суток. Показано, что при указанных условиях в течение 24 суток исследованные образцы имеют высокие органолептические, нормированные физико-химические, микробиологические и биохимические показатели качества. Установлено, что предельный срок хранения паст белковых детского питания при температуре $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ не должен превышать 12 суток с учетом коэффициента запаса для кисломолочных продуктов детского питания (при условии хранения в герметичной таре).

Ключевые слова: детское питание; паста белковая; хранение; температура; органолептические показатели; кислотность; микробиологические показатели; биохимические показатели; пробиотические свойства.

Поступила (received) 11.09.2017